

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
PATENT AND TRADEMARK OFFICE

<b>CLAIM OF PRIORITY</b>		Docket Number: <b>10191/3390</b>	Conf. No. <b>8086</b>
Application Number <b>10/650,938</b>	Filing Date <b>August 27, 2003</b>	Examiner <b>To be Assigned</b>	Art Unit <b>3747</b>
Invention Title <b>DEVICE FOR IGNITING AN AIR-FUEL MIXTURE IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE</b>		Inventor(s) <b>SCHMIDT et al.</b>	

Address to:  
Mail Stop Missing Parts  
Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail with sufficient postage in an envelope addressed to: Mail Stop Missing Parts, Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on

Date: 1/20/04  
Catherine E. Young  
Signature

A claim to the Convention Priority Date pursuant to 35 U.S.C. § 119 of German Patent Application No. 102 39 401.1 filed 28 August 2002 was previously made.

To complete the claim to the Convention Priority Date, a certified copy of the German Patent Application is enclosed.

If any fees are necessary they may be charged to Deposit Account 11-0600.

Dated: 1/20/04

Richard L. Mayer  
Richard L. Mayer, Reg. No. 22,490

KENYON & KENYON  
One Broadway  
New York, N.Y. 10004  
(212) 425-7200 (telephone)  
(212) 425-5288 (facsimile)  
Customer No. 26646

© Kenyon & Kenyon 2003

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 39 409.1

**Anmeldetag:** 28. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor

**IPC:** F 02 P 23/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. August 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Stremme'.

Stremme

R.302586

Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in  
einem Verbrennungsmotor

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mittels einer hochfrequenten Energiequelle nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Die Zündung eines solchen Luft-Kraftstoff-Gemischs mit Hilfe einer sogenannten Zündkerze stellt einen üblichen Bestandteil von Verbrennungsmotoren für Kraftfahrzeuge dar. Bei diesen heute eingesetzten Zündsystemen wird die Zündkerze induktiv mittels einer Zündspule mit einer genügend hohen elektrischen Spannung versorgt, so dass sich ein Zündfunke am Ende der Zündkerze im Brennraum des Verbrennungsmotors herausbildet, um die Verbrennung des Luft-Kraftstoff-Gemischs einzuleiten.

Beim Betrieb dieser herkömmlichen Zündkerze können Spannungen bis über dreißig Kilovolt auftreten, wobei durch den Verbrennungsprozess Rückstände, wie Ruß, Öl oder Kohle sowie Asche aus Kraftstoff und Öl auftreten, die unter

bestimmten thermischen Bedingungen elektrisch leitend sind. Es dürfen jedoch bei diesen hohen Spannungen keine Über- oder Durchschläge am Isolator der Zündkerze auftreten, so dass der elektrische Widerstand des Isolators auch bei den auftretenden hohen Temperaturen während der Lebensdauer der Zündkerze sich nicht verändern sollte.

Es ist beispielsweise aus der DE 198 52 652 A1 eine Zündvorrichtung bekannt, bei der die Zündung eines solchen Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges unter Verwendung eines koaxialen Leitungsresonators vorgenommen wird. Hierbei wird die Zündspule durch eine genügend starke Mikrowellenquelle, z.B. eine Kombination aus einem Hochfrequenzgenerator und einem Verstärker, ersetzt. Mit einem geometrisch optimierten koaxialen Leitungsresonator stellt sich dann die für die Zündung erforderliche Feldstärke am offenen Ende des kerzenähnlichen Leitungsresonators ein und zwischen den Elektroden der Kerze bildet sich mit dem Spannungsüberschlag eine zündfähige Plasmastrecke heraus.

Die elektrische Anregung dieses bekannten koaxialen Leitungsresonators erfolgt durch eine seitliche Einkopplungen, wobei diese Speiseanordnungen nach dem Einschrauben der sogenannten HF-Kerze allerdings eine undefinierte Winkelposition einnehmen. Um eventuell durch entsprechende konstruktive Maßnahmen die Kontaktposition in eine besser beherrschbare axiale Position zu überführen ist ein relativ großer radialer oder auch axialer Raumbedarf damit schon beim Einschrauben notwendig.

Eine solche Hochfrequenzzündung ist allgemein auch in dem Aufsatz "SAE-Paper 970071, Investigation of a Radio Frequency Plasma Ignitor for Possible Internal Combustion Engine Use" beschrieben. Auch bei dieser Hochfrequenz- bzw. Mikrowellenzündung wird ohne eine übliche Zündspule mittels einer niederohmigen Einspeisung eine Hochspannung

am sogenannten heißen Ende einer  $\lambda/4$ -Leitung eines HF-Leitungsresonators erzeugt.

#### Vorteile der Erfindung

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mittels einer hochfrequenten elektrischen Energiequelle, mit einer einen Resonatorraum bildenden koaxialen Wellenleiterstruktur, in die die hochfrequente elektrische Energie an einer vorgegebenen Einkoppelstelle am einen Ende des Innenleiters der koaxialen Wellenleiterstruktur einspeisbar ist. Das andere Ende des Innenleiters ragt in den jeweiligen Brennraum eines Zylinders des Verbrennungsmotors hinein, wobei an diesem Ende durch eine Überhöhung der elektrischen Feldstärke eine freistehende Plasmawolke erzeugbar ist.

Die koaxiale Wellenleiterstruktur ist dabei in an sich bekannter Weise so ausgebildet, dass sich für eine vorgegebene effektive Wellenlänge  $\lambda_{\text{eff}}$  der eingekoppelten hochfrequenten Schwingung ein Leitungsresonator in etwa nach der Beziehung  $(2n+1) * \lambda_{\text{eff}}/4$  mit  $n \geq 0$  ergibt und die hochfrequente Schwingung beispielsweise durch eine kapazitive, induktive, gemischte oder eine Aperturkopplung eingekoppelt wird. Die effektive Wellenlänge  $\lambda_{\text{eff}}$  wird dabei im wesentlichen durch die Formgebung des Endes des herausragenden Innleiters, durch die Abdichtung des Dielektrikums bzw. durch die Formgebung des gesamten Leitungsresonators bestimmt.

Bei den erfindungsgemäßen Ausführungsformen stellt sich die für die Zündung im Brennraum erforderliche elektrische Feldstärke damit am offenen Ende des in seiner Form weitgehend zündkerzenähnlichen Resonators ein. Die we-

sentlichen Vorteile einer solchen Hochfrequenzzündkerze gegenüber der herkömmlichen Verwendung einer Zündkerze sind vor allem eine Kosten-, Bauraum- und Gewichtseinsparung durch die Möglichkeit zur Miniaturisierung. Die bei der vorgeschlagenen Vorrichtung erreichte weitgehende Wärmewertfreiheit ermöglicht zudem eine Reduzierung der Typenvielfalt und damit ebenfalls eine Kosteneinsparung.

Dadurch, dass hier auf einfache Weise bevorzugt im Oszillator, eventuell aber auch an sonstigen Bereichen des koaxialen Wellenleiters, ein elektrisches Mess- oder Steuersignal auskoppelbar ist, das von den physikalischen Größen des freistehenden Plasma im Luft-Kraftstoff-Gemisch abhängig ist, wird prinzipiell eine Einstellbarkeit der Flammgröße ermöglicht, womit ein vergrößertes Zündvolumen im Vergleich zur herkömmlichen Zündkerze und eine gute Einleitung der Flammfront in den Brennraum erreichbar ist. Dies führt zu einer Erhöhung der Zündsicherheit insbesondere bei Magergemischmotoren und bei einer Benzin-Direkt-Einspritzung.

Ferner sind zusätzliche Freiheitsgrade durch die Steuerbarkeit der Brenndauer aufgrund der Möglichkeit der Ableitung auskoppelbarer Steuersignale vorhanden. Das ausgekoppelte elektrische Signal ist in einer Auswerteschaltung weiterverarbeitbar, mit der z.B. eine Diagnose der Anordnung, eine Regelung der hochfrequenten Energiequelle und/oder eine Steuerung vorgegebener Betriebsfunktionen bewirkbar ist. Diese Steuerbarkeit aufgrund der Möglichkeit der Verbrennungsdiagnostik und damit der Optimierung der Motorsteuerung führt zu einem geringeren Verschleiß der als Zündelektroden wirkenden Strukturen und es ist außerdem auch ein gesteuertes Abbrennen von Verunreinigungen, z.B. von Ruß, möglich.

In vorteilhafter Weise ist erfindungsgemäß die Einkoppelstelle für die elektrische Energie so ausgebildet, dass

eine Speiseleitung coaxial angeordnet ist, mit der die Zuführung der elektrischen Energie durch eine koaxiale Isolierung in der äußeren Wand der Wellenleiterstruktur in den Resonatorraum erfolgt. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Einkopplungsmechanismen die induktive bzw. galvanische Einkopplung mit einer bekannten seitlichen Zuführung durch eine vorteilhaft axial anordnbare rückseitige und ev. auch niederohmige Ausführung ersetzt. Die vorliegende Erfindung weist einige Merkmale auf, die die bisherige Speisung in vorteilhafter Weise so verbessern, dass über wenige zusätzliche einfache Elemente im Resonatorraum die Speisung coaxial erfolgen kann.

Der ansonsten durchgängige Innenleiter im Resonatorraum wird gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung im Speisebereich aufgefächert und zwischen der Speiseleitung und der Oszillatorwand positioniert. Der Innenleiter wird damit seitlich eine vorgegebene Länge coaxial zwischen der äußeren Wand der koaxialen Wellenleiterstruktur und der Speiseleitung, die in axialer Weiterführung des Innenleiters gebildet ist, fortgesetzt. Am Ende wird diese Auffächerung mit der äußeren Wand der koaxialen Wellenleiterstruktur kontaktiert.

Der aufgefächerte Bereich des Innenleiters kann dabei auf einfache Weise durch mindestens einen Kontaktfuß am Innenleiter und weiterführend durch mindestens eine mit der äußeren Wand der Wellenleiterstruktur verbundenen Kontaktplatte gebildet werden, wobei der mindestens eine Kontaktfuß und die mindestens eine Kontaktplatte am Innenleiter und an der äußeren Wand durch Schweißen, Schrumpfen oder Löten verbunden werden können. Vorzugsweise können hier drei gleichmäßig radial verteilte Kontaktfüße und Kontaktplatten angeordnet werden. Diese Teile können aber auch durch geeignete Verfahren aus einem Stück hergestellt werden bestehen, z.B. als Druckgussteil.



Es ergibt sich mit den erfindungsgemäßen Ausführungsformen zusammenfassend eine gute, reproduzierbare Möglichkeit der Impedanzeinstellung an der Einkoppelstelle durch eine geeignete Wahl der geometrischen Abmessungen. Diese Strukturen sind unmittelbar für den Anschluss eines koaxialen Steckers für die Zuführung der elektrischen Energie geeignet, wobei eine Wahl des Außenleiterdurchmessers der speisenden Leitung in weiten Grenzen möglich ist. Das Konzept ist auch auf einfache Weise für eine Integration in bestehende Resonatorstrukturen geeignet.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Schnitt durch eine Vorrichtung zum hochfrequenten Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mit einer koaxialen Wellenleiterstruktur als Resonator und einer koaxialen Einkopplung der hochfrequenten elektrischen Energie an einem aufgefächerten Innenleiter und

Figuren 2 und 3 Ansichten der Einkoppelstelle nach der Figur 1 im Detail.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist eine Prinzipansicht einer Vorrichtung zum hochfrequenten Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor gezeigt, die Bestandteile einer sogenannten Hochfrequenzzündkerze 1 aufweist. Es sind im einzelnen ein hier nicht dargestellter HF-Generator und ein ev. auch verzichtbarer Verstärker vorhanden, die als Mikrowellenquelle die hochfrequenten Schwingungen erzeu-



gen. Über eine koaxiale Steckanordnung 2 wird hier eine, weiter unten noch näher erläuterte, Einkopplung der hochfrequenten Schwingungen in eine als  $\lambda_{\text{eff}}/4$ -Resonator 3 aufgebaute koaxiale Wellenleiterstruktur als wesentlicher Bestandteil der Hochfrequenzzündkerze 1 durchgeführt.

Der koaxiale Resonator 3 bestehend aus einem Außenleiter 4, d.h. der äußeren Wand der Wellenleiterstruktur und einem Innenleiter 5, wobei das eine sog. offene oder heiße Ende des Resonators 3 mit dem Innenleiter 5 als Zündstift 5a die Zündung bewirkt. Für die hochfrequenten Schwingungen stellt das andere sog. kalte brennraumferne Ende 6 des Resonators 3, an dem sich auch die Einkoppelstelle 7 befindet, einen Kurzschluss dar. Das Dielektrikum 8 zwischen dem Außenleiter 4 und dem Innenleiter 5 besteht hier aus Keramik oder aus einem geeigneten nichtleitenden Material und im Bereich der Einkoppelstelle 7 aus Luft.

Bei dieser Hochfrequenzzündkerze 1 wird somit das Prinzip der Feldüberhöhung in einem koaxialen Resonator 3 der Länge  $(2n+1) \cdot \lambda_{\text{eff}}/4$  mit  $n \geq 0$  genutzt. Das durch eine genügend starke Mikrowellenquelle als Generator erzeugte hochfrequente Signal wird an der Einkoppelstelle 7 in den Resonator 3 eingespeist. Durch die Ausbildung eines Spannungsknotens am Kurzschluss 6 (kaltes Ende) und eines Spannungsbauchs am offenen Ende (Zündstift 5a) ergibt sich hier eine Feldüberhöhung mit der die Zündung bewirkt werden kann.

Die Einkoppelstelle 7 für die elektrische Energie ist gemäß der Figur 1 und der Detaildarstellungen in Figuren 2 und 3 so ausgebildet, dass eine Leitung am koaxialen Steckkontakt 2 angebracht werden kann, mit der die Zuführung der elektrischen Energie durch eine koaxiale Isolierung 9 über eine Speiseleitung 10 an die Einkoppelstelle 7 und damit in den Resonatorraum der Wellenleiterstruktur 3 erfolgt.

Der Innenleiter 5 ist hier im Resonatorraum im Speisebereich der Einkoppelstelle 7 seitlich aufgefächert und in einer vorgegebenen Länge zwischen der Speiseleitung 10, die in axialer Weiterführung des Innenleiters 5 gebildet ist, und der Oszillatorwand bzw. dem Außenleiter 4 positioniert. Am Ende 11 wird diese Auffächerung mit der äußeren Wand 4 der koaxialen Wellenleiterstruktur 3 kontaktiert.

Der aufgefächerte Bereich des Innenleiters 5 kann dabei, wie aus den Figuren 2 und 3 ersichtlich, auf einfache Weise durch Kontaktfüße 12 am Innenleiter 5 und weiterführend durch eine mit der äußeren Wand 4 der Wellenleiterstruktur 3 verbundenen Kontaktplatten 13 gebildet werden, wobei die Kontaktfüße 12 und die Kontaktplatten 13 am Innenleiter 5 und an der äußeren Wand 4 durch Schweißen, Schrumpfen oder Löten kontaktiert werden können.

R. 302586

Patentansprüche

1) Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mittels einer hochfrequenten elektrischen Energiequelle, mit

- einer einen Resonatorraum bildenden koaxialen Wellenleiterstruktur (3), in die die hochfrequente elektrische Energie an einer vorgegebenen Einkoppelstelle (7) am einen Ende eines Innenleiters (5) der Wellenleiterstruktur (3) einspeisbar ist
- und die Wellenleiterstruktur (3) mit dem anderen Ende (5a) des Innenleiters (5) in den jeweiligen Brennraum eines Zylinders des Verbrennungsmotors hineinragt, wobei an diesem Ende (5a) durch ein hohes Spannungspotential ein Mikrowellenplasma erzeugbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Einkoppelstelle (7) so ausgebildet ist, dass eine Speiseleitung (10) koaxial ankoppelbar ist, mit der die Zuführung der elektrischen Energie durch eine koaxiale Isolierung (9) in der äußeren Wand (4) der Wellenleiterstruktur (3) in den Resonatorraum erfolgt.

2) Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Innenleiter (5) im Bereich der Einkoppelstelle (7) seitlich aufgefächert ist und dabei eine vorgegebene Länge koaxial zwischen der äußeren Wand (4) der koaxialen Wellenleiterstruktur (3) und der Speiseleitung (10) fortgesetzt ist und endend mit der äußeren Wand (4) der koaxialen Wellenleiterstruktur (3) kontaktiert ist und dass
- die Speiseleitung (10) in axialer Weiterführung des Innenleiters (5) ausgebildet ist.

3) Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der aufgefächerte Bereich (12,13) des Innenleiters (5) durch mindestens einen Kontaktfuß (12) am Innenleiter (5) und weiterführend durch mindestens eine mit der äußeren Wand (4) der Wellenleiterstruktur (3) verbundene Kontaktplatte (13) gebildet ist.

4) Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der mindestens eine Kontaktfuß (12) und die mindestens eine Kontaktplatte (13) am Innenleiter (5) und an der äußeren Wand (4) durch Schweißen, Schrumpfen oder Löten kontaktiert sind.

R. 302586

### Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung zum Zünden eines Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem Verbrennungsmotor mittels einer hochfrequenten elektrischen Energiequelle vorgeschlagen. Es ist eine einen Resonatorraum bildenden koaxialen Wellenleiterstruktur (3), in die die hochfrequente elektrische Energie an einer vorgegebenen Einkoppelstelle (7) am einen Ende eines Innenleiters (5) der Wellenleiterstruktur (3) einspeisbar ist. Die Einkoppelstelle (7) ist so ausgebildet, dass der Innenleiter (5) im Bereich der Einkoppelstelle (7) seitlich aufgefächert ist und dabei eine vorgegebene Länge koaxial zwischen der äußeren Wand (4) der koaxialen Wellenleiterstruktur (3) und der Speiseleitung (10) fortgesetzt ist. Somit ist eine Speiseleitung (10) koaxial ankoppelbar, mit der die Zuführung der elektrischen Energie durch eine koaxiale Isolierung (9) in der äußeren Wand (4) der Wellenleiterstruktur (3) in den Resonatorraum erfolgt.

(Figur 1)

1 / 1

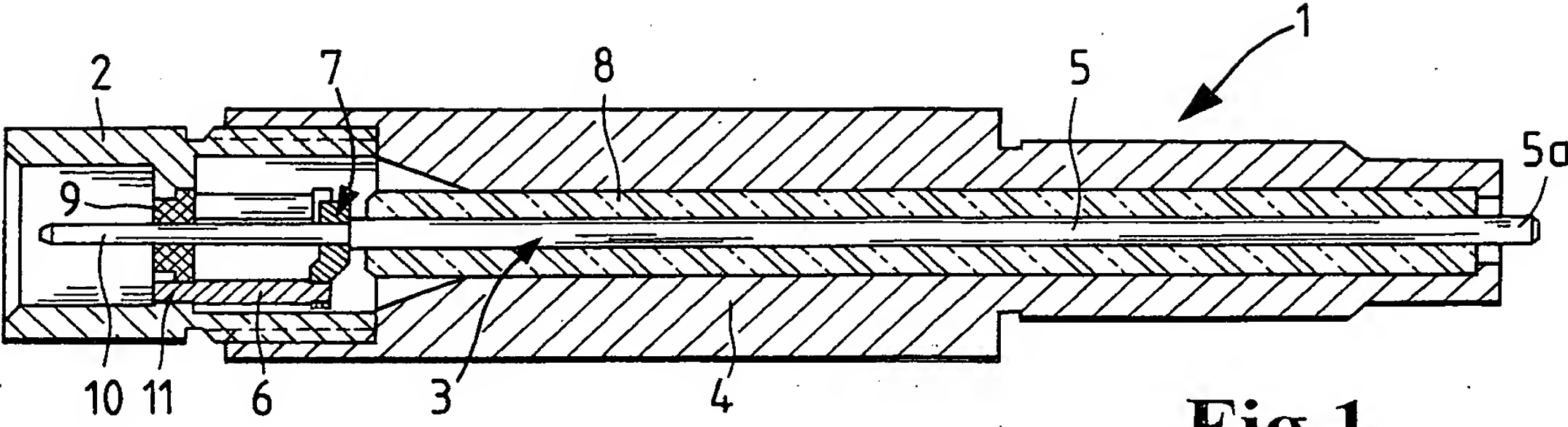


Fig.1

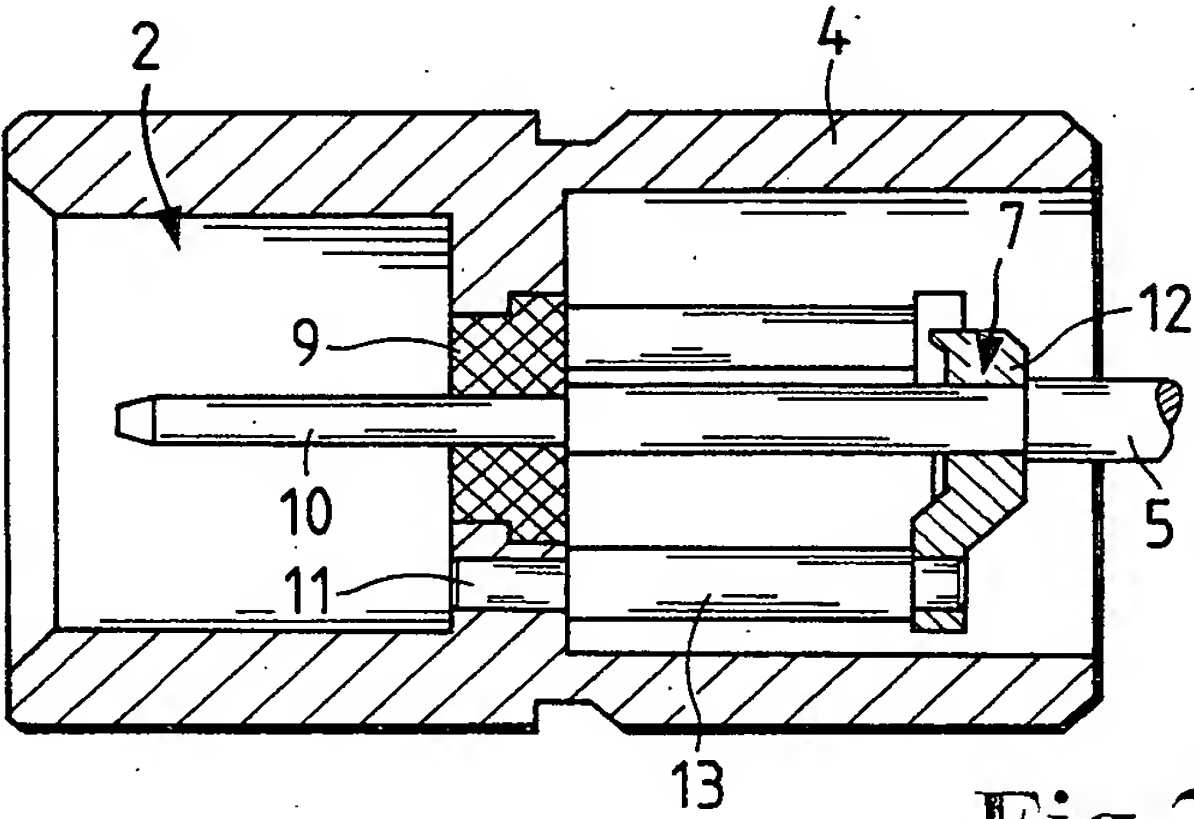


Fig.2

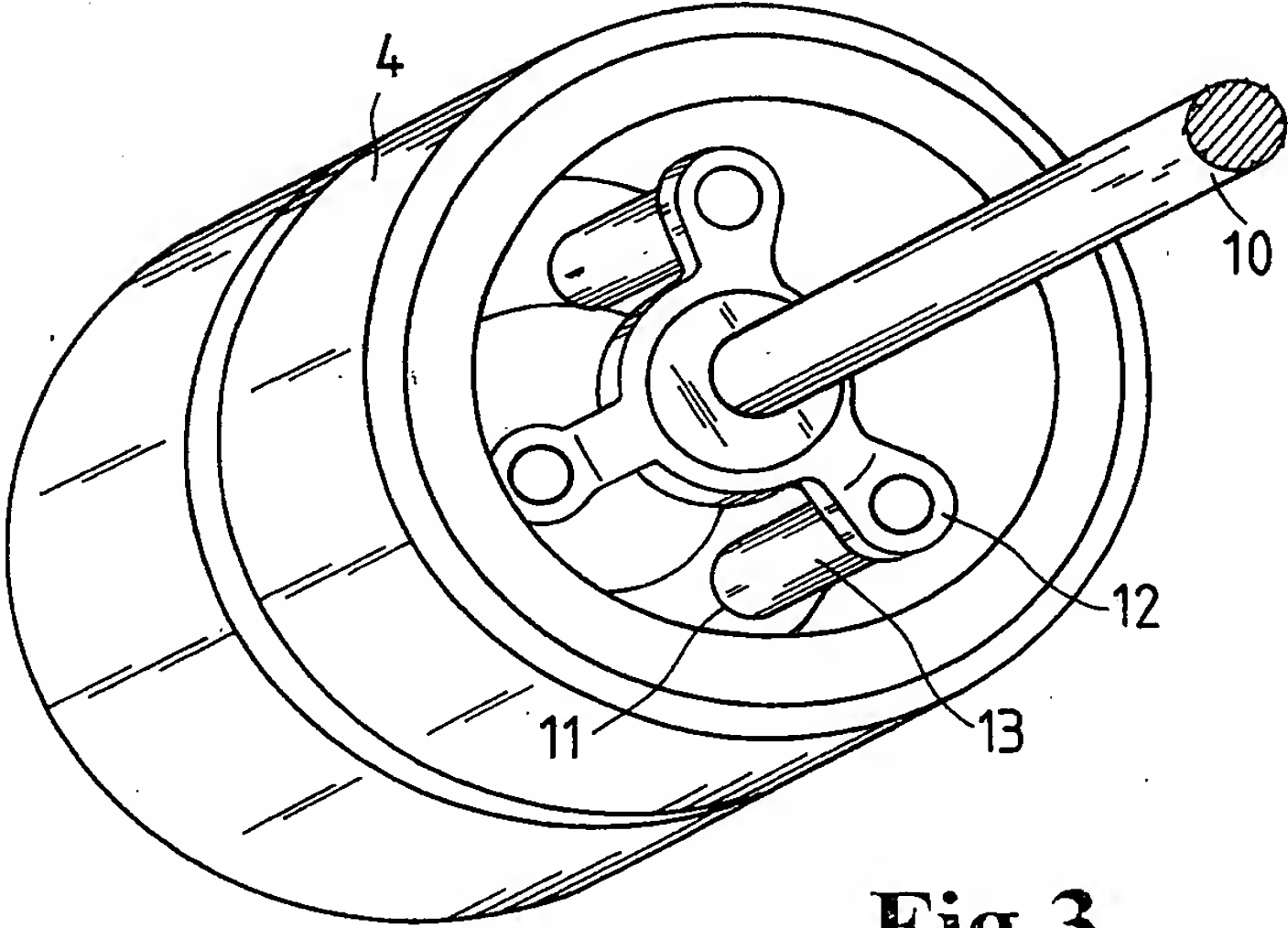


Fig.3